

Aus der
Klinik für Klauentierkrankheiten und Fortpflanzungskunde
im Fachbereich Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

HISTOMETRISCHE UNTERSUCHUNGEN
AN HODEN DES PFERDES
— EIN BEITRAG ZUR POSTPUBERALEN ENTWICKLUNG —

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Linde Jacob
geb. Maßmann
Tierärztin aus Jever

Berlin 1978
Journal Nr. 941

Aus der
Klinik für Klauentierkrankheiten und Fortpflanzungskunde
im Fachbereich Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

HISTOMETRISCHE UNTERSUCHUNGEN AN HODEN DES PFERDES
- EIN BEITRAG ZUR POSTPUBERALEN ENTWICKLUNG -

In a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Linde J a c o b
geb. Maßmann
Tierärztin aus Jever

Berlin 1978
Journal Nr. 941

Gedruckt mit Genehmigung
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Vorsitzender des FBR:

Prof. Dr. H.-H. Frey

Referent:

Prof. Dr. D. Rohloff

Korreferent:

Prof. Dr. K.-D. Budras



Tag der Promotion:

1. Juni 1978

Achim und Martin

INHALTSVERZEICHNIS	Seite
1. EINLEITUNG	1
2. LITERATURBESPRECHUNG	2
2.1. Entwicklung der männlichen Keimdrüse	2
2.1.1. Embryonale Entwicklung der Hoden	2
2.1.2. Postnatale Entwicklung der Hoden	5
2.2. Morphologie des adulten Hodens	9
2.3. Die Funktionen des Hodens und seine Steuerung	11
2.4. Beurteilung der Hodenfunktionen	12
2.5. Histometrische Untersuchungsmethoden	15
3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN	18
3.1. Material und Methode	18
3.2. Untersuchungsergebnisse	20
4. DISKUSSION DER ERGEBNISSE	29
5. ZUSAMMENFASSUNG (SUMMARY)	32
6. LITERATURVERZEICHNIS	34

1. EINLEITUNG

Die Histometrie hat sich seit vielen Jahren als ein brauchbares Verfahren für die Beurteilung der Entwicklung und Funktion von Hoden erwiesen. Während für fast alle Haustierarten eine Vielzahl von Untersuchungen über meßbare Hodenmerkmale in den verschiedensten Altersabschnitten vorliegt, ist über die Morphokinese der Hoden beim Hengst wenig bekannt. Ebenso liegen keine Erkenntnisse über 'rassenabhängige' Unterschiede der Hodenentwicklung bei dieser Tierart vor.

Sicherlich ist dies aus der Tatsache zu erklären, daß Hengste, soweit sie nicht für die Zucht in Frage kommen, im allgemeinen als Jährlinge kastriert werden und daher die Sammlung eines für derartige Untersuchungen notwendigen Organmaterials sehr schwierig ist.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollte der Versuch unternommen werden, Alters- und 'Rassenabhängigkeiten' der Hodenentwicklung bei dieser Tierart zu prüfen. Die verwendeten Hoden stammten von einem unselektierten Patientenmaterial, das zur Kastration in die Klinik für Pferdekrankheiten der Freien Universität Berlin eingestellt worden war.

2. LITERATURBESPRECHUNG

2.1. Entwicklung der männlichen Keimdrüse

2.1.1. Embryonale Entwicklung der Hoden

In der vorliegenden Literaturbesprechung soll auf eine umfassende Darstellung der Hodenentwicklung verzichtet und nur die zum Verständnis der Hodenfunktionen notwendigen Entwicklungsvorgänge aufgezeigt werden.

Nach ZIETZSCHMANN und KRÜLLING (1955) entwickeln sich die männlichen Keimdrüsen aus dem indifferenten Keimdrüsenfeld, auch Keimdrüsenleiste genannt, das beiderseits medial der Urnierenfalte gelegen ist. Aus dem mittleren, gonalen Teil der Keimdrüsenleiste, die durch Größenzunahme zur Keimdrüsenfalte heranwächst, bildet sich die Keimdrüse. Ihre kranialen und kaudalen Anteile bilden sich zurück und werden zum kranialen bzw. kaudalen Keimdrüsenband. In dem mehrschichtigen Keimdrüsenepithel, wie auch im darunter liegenden verdichteten Mesenchym, finden sich bereits Urgeschlechtszellen, die sich häufig teilen. Sie sind extragonalen Ursprungs und wandern über die Keimbahn ein.

Im Mesenchym finden Differenzierungsvorgänge statt, in deren Verlauf primäre Keimstränge mit enthaltenen Urgeschlechtszellen durch Proliferation und anschließender Abschnürung aus dem Keimepithel entstehen. Aus den Keimsträngen entwickeln sich später die Tubuli seminiferi contorti.

Die Keimstränge verlaufen radiär und leicht geschlängelt, und ihre Durchmesser werden zunehmend größer.

Über das Rete-Testis-Blastem haben die Hodenstränge Verbindung zu den Urnierenquerkanälchen, die in den Wolffschen Gang münden. Der kraniale Teil der Urniere bildet sich zurück. Aus dem kranialen Teil des Kaudalabschnittes der Urniere entwickeln sich der Nebenhodenkanal, der Ductus epididymidis, und die einmündenden Ductuli efferentes. Aus dem kaudalen Teil des Kaudalabschnittes geht der Samenleiter, der Ductus deferens, hervor.

In den peripher gelegenen Sertolizellen, die sich aus indifferenten Zellen der Hodenstränge bilden, nehmen die Kerne eine ovale Form an und stellen sich mit ihrem größten Durchmesser senkrecht zur Oberfläche der Hodenstränge. Zellgrenzen sind am Zytoplasma der Sertolizellen in diesem Stadium nicht zu erkennen. Zwischen ihnen liegen die Urgeschlechtszellen, aus denen durch ständige Teilung Spermiogonien entstehen.

Schon relativ zeitig lassen sich außerhalb der Hodenstränge die Leydigischen Zwischenzellen erkennen. TONUTTI und Mitarbeitern (1960) fielen sie beim menschlichen Fetus vom 3. Embryonalmonat beginnend durch ihre epitheloide Form und die Größe ihres Zytoplasmaleibes auf. Die Kerne wiesen zu diesem Zeitpunkt bereits Durchmesser von 6 - 7 μ auf, ein Nucleolus war deutlich erkennbar. Da sich das Aussehen dieser Zellen von den Zwischenzellen geschlechtsreifer Individuen nicht unterscheidet, läßt sich schon sehr frühzeitig eine sekretorische Aktivität dieser Zellen vermuten (TONUTTI u. Mitarb., 1960). Auch HOOKER (1948) konnte Leydigische Zwischenzellen beim fetalen Bullen nachweisen. Sie lagen einzeln oder in unterschiedlich großen Verbänden in unmittelbarer Nähe der Keimstränge wie auch im Mediastinum testis und in den inneren Lagen der Tunica albuginea.

Nach HOOKER (1944), BAILLIE (1961), FOSSLAND und SCHULTZE (1961) sowie HATAKEYAMA (1965) entwickeln sich die Leydigschen Zwischenzellen aus den Mesenchymzellen der Keimanlage. HATAKEYAMA (1965) hält es auch für möglich, daß die interstitiellen Zellen direkt aus Fibroblasten oder sogar aus Nervenzellen hervorgehen.

Mit der Umbildung des Bandapparates, aus der kranialen und kaudalen Keimdrüsenleiste entstehend, kommt es beim männlichen Organismus zum Abstieg der Keimdrüse in den Hodensack.

2.1.2. Postnatale Entwicklung der Hoden

Nach der Geburt nimmt die Zahl der Leydigischen Zwischenzellen im Hodengewebe ab. Ein Teil dieser Zellen geht zugrunde, weil nach dem Partus das größten- und strukturerhaltende mütterliche Choriongonadotropin nicht mehr vorhanden ist (TONUTTI u. Mitarb., 1960). Die noch vorhandenen Zellen lassen sich aufgrund von Rückbildungen zu fibrozytenähnlichen Elementen nicht mehr von den Bindegewebszellen des Interstitiums unterscheiden. Nach TONUTTI und Mitarbeitern (1960) ist auch die Abnahme der Tubulusdurchmesser auf die gleiche Ursache zurückzuführen.

Die Durchmesser der Tubuli contorti im Pferdehoden verringern sich von 40 - 45 μ im 8. Trächtigkeitsmonat auf etwa 35 μ zum Zeitpunkt der Geburt (BRINGEWATT, 1975).

ROTH und SMIDT (1970) stellten fest, daß sich die Leydigzellkerndurchmesser bei jungen Ebern in der 1. - 3. Lebenswoche von 6,4 auf 5,2 μ in der 8. Lebenswoche verringern und dann bis zur Geschlechtsreife wieder kontinuierlich zunehmen.

Bei histometrischen und elektronenmikroskopischen Untersuchungen von Hoden nichtgeschlechtsreifer Pferde, Rinder, Schweine und Schafe fand GALINA (1972) bei Pferden und Schweinen im neonatalen Stadium Interstitialzellen, die den Leydigzellen geschlechtsreifer Tiere ähnelten. Dabei fielen sie beim Hengst als stark pigmentierte Zellen im Hodeninterstitium auf. Bei Bullen und Schafböcken wurden nur Mesenchymzellen und Fibroblasten beobachtet. In der präpuberalen Phase konnten bei Wiederkäuern keine sichtbaren Veränderungen

im Interstitium wahrgenommen werden. Erst mit Beginn der Geschlechtsreife waren im Interstitium juvenile Formen von Leydigzellen vorhanden, die sich im Elektronenmikroskop deutlich von ihren Vorläufern, den Mesenchymzellen, differenzieren ließen.

TÜNHARDT und Mitarbeiter (1976) führten Untersuchungen an Hoden von Ebern verschiedenen Alters durch. Dabei zeigte sich, daß vom 4. Monat beginnend bis zum 9. Monat die Leydigzellkernvolumina deutlich zunahmen. Bei geschlechtsreifen Tieren war das Maximum des Zellkernvolumens erreicht.

Mit zunehmendem Alter und steigendem Körpergewicht konnten HEIDRICH und Mitarbeiter (1968) dagegen bei Ebern der Deutschen Landrasse nach Erreichen der Geschlechtsreife noch eine Zunahme der Leydigzellkerndurchmesser beobachten.

Während der präpuberalen Phase setzt das Längenwachstum und die Lumenbildung der Tubuli seminiferi contorti ein. Bei Ebern im Alter von 80 Tagen konnte LOGAR (1969) erste Reifeteilungen an den Spermatogonien als Anzeichen der Keimzellenentwicklung beobachten. Zum gleichen Zeitpunkt begann eine deutliche Zunahme der Tubulisdurchmesser einhergehend mit einer Vergrößerung der Hodengewichte.

Bei Untersuchungen an Schweinen der Deutschen Landrasse zeigte sich, daß die Tubuli seminiferi contorti bei Ebern bis zur 13. - 16. Lebenswoche nur unerheblich wachsen, dann jedoch ein starkes Wachstum der Tubuli einsetzt und im zweiten Lebenshalbjahr der endgültige Tubulisdurchmesser erreicht wird. Von der 16. Lebenswoche an konnte eine deutliche Gewichtszunahme der Hoden festgestellt werden (ROTH u. SMIDT, 1970). An

histologischen Schnitten wurde beobachtet, daß es bis zur 12. Lebenswoche zu einer Zunahme der Zahl der Hodenkanälchen pro Flächeneinheit kommt und mit fortschreitendem Alter die Zahl der geschnittenen Tubuli wegen der Zunahme ihrer Durchmesser wieder abnimmt.

Diese Angaben wurden auch von DORST und SAJONSKI (1974a) bestätigt. Sie stellten außerdem fest, daß nach Eintritt der Geschlechtsreife bei Ebern die Vergrößerung der Tubulusmasse nur noch durch das Längenwachstum der Tubuli seminiferi contorti erfolgt.

Bei Bullen im Alter zwischen 1,5 und 7 Jahren beobachteten STOLLA und LEIDL (1971) keine Veränderungen des Tubulusdurchmessers mehr. Sie führten die mit zunehmenden Alter auftretende Vergrößerung des Hodens auch bei dieser Tierart auf ein Längenwachstum der Tubuli seminiferi contorti und einer Vermehrung des Zwischen- gewebes zurück.

HUMPHREY und LADDS (1975) untersuchten die Hoden von Bullen bis zu einem Alter von 10 Jahren und stellten an histologischen Schnitten fest, daß mit zunehmendem Alter eine ständige Abnahme des Tubulusanteils und eine Zunahme der Leydigzellkerndurchmesser erfolgt.

ROTH und SMIDT (1970) ermittelten planimetrisch bei infantilen Ebern im Alter von 5 Wochen einen Zwischengewebsanteil von 75% am Hodengewebe. Bis zur Geschlechtsreife ging dieser Anteil auf 25% zurück. Dagegen stieg der prozentuale Anteil des intratubulären Gewebes laufend bis zur Geschlechtsreife an, ein besonders starkes Tubuluswachstum wurde mit der 17. Lebenswoche beginnend beobachtet.

Nach Eintritt der Geschlechtsreife nahm bei Ebern der Anteil des tubulären Hodengewebes ab, gleichzeitig stieg der Anteil des Leydigzellapparates an (DORST u. SAJONSKI, 1974 b).

2.2. Morphologie des adulten Hodens

Die paarig angelegten Hoden sind von gedrungener und eiförmiger Gestalt und sind von der Tunica vaginalis propria umhüllt, die als seröser Überzug dem Zölomepithel entspringt (KRÜLLING u. GRAU, 1960). Darunter liegt die feine Eigenkapsel der Hoden, die Tunica albuginea. Sie ist von derber Konsistenz und wird vom Hodenparenchym unter hoher Spannung gehalten. Von ihr ziehen Bindegewebsstränge, die Septula testis, aus kollagenen und elastischen Fasern bestehend, ins Innere des Hodens und teilen so das Drüsengewebe mit den Tubuli seminiferi contorti in die Lobuli testis. Die Abgrenzung der Tubuli untereinander erfolgt durch ein reichlich ausgebildetes Stützgerüst, das reich an rundlichen, polygonalen Zellen, den Leydigschen Zwischenzellen, ist. Diese weisen ein deutlich wabiges Zytoplasma und einen zentralen Kern mit klar sichtbarem Nucleolus auf (TONUTTI u. Mitarb., 1960).

Die Septula testis vereinigen sich im Mediastinum testis, das beim Hengst nur an der Extremitas capitata ausgebildet ist, während es bei allen anderen Spezies als axialer Strang die Längsachse des Hodens durchzieht. Von hier laufen stärkere Arterien und Venen durch die Septula testis zu dem blutgefäßreichen Stratum vasculare in der Tunica albuginea.

In den Tubuli seminiferi contorti erfolgt die Spermienbildung. Der Membrana propria, die die Tubuli umschließt, liegen innen die durch ihren ovalen Kern gekennzeichneten Sertolizellen auf. Zwischen ihnen und bis ins Lumen reichend befinden sich die germinativen Zellen in den verschiedenen Entwicklungsphasen.

Die Tubuli contorti gehen in die Tubuli recti über und münden beim Hengst in ein Hohlraumsystem, das bei anderen Spezies dem Rete testis entspricht. An der kranial gelegenen Extremitas capitata bildet das Hohlraumsystem eine als Porta mediastini bezeichnete 10 mm breite Übergangsöffnung zu den 6 - 20 Ductuli efferentes. Diese verlaufen zunächst gerade, dann stark geschlängelt und spiralig, wobei sie kegelförmige Lappchen, die Coni vasculosi, bilden und schließlich im Nebenhodenkanal, dem Ductus epididymidis, münden (KRÜLLING u. GRAU, 1960).

Die peripher an der Tubuluswand liegenden Keimzellen machen Teilungs- und Reifungsprozesse durch, in deren Verlauf ihre Tochterzellen immer mehr lumenwärts gelangen. Die aus den Urkeimzellen stammenden Spermatogonien vermehren sich und werden zu Spermatozyten I. und II. Ordnung, aus denen sich durch histogenetische Umwandlungsprozesse befruchtungsfähige Spermien entwickeln.

2.3. Die Funktion des Hodens und seine Steuerung

Die exokrine Funktion des Hodens besteht in der Produktion von Samenzellen, die endokrine Funktion in der Bildung von Androgenen.

Sowohl die exokrine als auch die endokrine Funktion des Hodens werden durch die zwei hypophysären Gonadotropine, FSH und ICSH, gesteuert. Das FSH, das Follikelstimulierende Hormon, ist nach TONUTTI und Mitarbeitern (1960) sowie LEIDL (1963) für das Wachstum der Tubuli seminiferi und ihre Funktion entweder allein oder synergistisch mit dem ICSH, dem Interstitialzellstimulierenden Hormon, verantwortlich, das im Hoden die Entwicklung der Interstitiellen Zellen und die Synthese der Androgene steuert (POLLOCK, 1942; u.a.).

Durch einen Rückkopplungsmechanismus ist die Freisetzung der Gonadotropine von einer bestimmten Hormonkonzentration im Blut abhängig (FLEISCHMANN, 1958). Ein Absinken des Androgenblutspiegels bewirkt eine vermehrte, eine Erhöhung der Hormonkonzentration führt zu einer verminderten Gonadotropinsekretion der Hypophyse.

Diesem Mechanismus dient der Hypothalamus als übergeordnetes, regulatorisches Zentrum. Bereits 1932 wiesen HOHLWEG und JUNKMANN auf seine Bedeutung als "nervöses Sexualzentrum" hin. Der Hypothalamus steuert über die Freisetzung von neurohumeralen Substanzen, den Releasern, die Gonadotropinsekretion der Hypophyse.

2.4. Beurteilung der Hodenfunktionen

Sowohl die endokrine als auch die exokrine Funktion der Hoden sind für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit eines in der Zucht einzusetzenden Vartieres von großer Bedeutung. Die Untersuchungsmöglichkeiten hierbei sind sehr mannigfaltig.

Die endokrine Funktion läßt sich direkt durch Überprüfung von Bluthormonen radioimmunologisch bestimmen (KARG u. SCHAMS, 1969; GROTH u. CLAUS, 1977), die mit dem Harn ausgeschiedenen Hormone sind fluorometrisch von ITTRICH (1958), CLAUSSEN und Mitarbeitern (1972) sowie TÖNHARDT und Mitarbeitern (1976) und gaschromatographisch von ITTRICH und BUSCH (1967) untersucht worden.

Die Beurteilung der spermatogenetischen Leistung wurde von AMANN (1960) durch quantitativ-histologische Untersuchungen am Hodenparenchym und von VOGLMAYR und Mitarbeitern (1966) durch Katheterisierung der samenableitenden Wege vorgenommen, ferner durch Entsamungen im täglichen Rhythmus, wie sie von HAFS und Mitarbeitern (1958) sowie AMANN und ALMQUIST (1962) bei Bullen, von ORTAVANT (1958) bei Schafböcken, von SWIERSTRA (1968) und ROHLOFF (1973) bei Ebern, von GREGOIRE und Mitarbeitern (1958) bei Rammlern und schließlich von LAIBLIN und Mitarbeitern (1978) auch an Rüden durchgeführt worden sind.

Größenbestimmungen der Hoden durch Testimeter und Tonometer sowie Umfangs- und Volumenmessungen stellen nur orientierende Untersuchungen zur Bestimmung der spermatogenetischen Leistung von Hoden dar (PODANY, 1966; HAHN u. Mitarb., 1969; MÖHE, 1972; GEBAUER u. Mitarb., 1974).

Als weitere Möglichkeit der Beurteilung der Hodenfunktion hat die histometrische Untersuchung von Hodengewebe bzw. Hodengewebsstücken Anwendung gefunden.

Nach SCHUCHARDT (1960) bestehen zwischen den Tubulusdurchmessern und der spermatogenetischen Aktivität enge Zusammenhänge und nach Untersuchungen von BENNINGHOFF (1950), der enge Beziehungen zwischen der Kerngröße und dem Funktionszustand der Zelle nachgewiesen hatte, ist zur Bestimmung der endokrinen Hodenfunktion der Leydigzellkerndurchmesser zur Beurteilung der Leistung dieser Zellen herangezogen worden (TONUTTI, 1954; KARG u. PLATE, 1963).

Als meßbare Parameter der Hodengewebsstrukturen sind daher die Durchmesser der Tubuli contorti und der Leydigzellkerne von besonderer Bedeutung.

Gewebe für diese Untersuchungen werden durch Hodenbiopsien gewonnen oder stehen nach der Kastration zur Verfügung. Biopsien sind in der Humanmedizin zum Nachweis vorhandener Störungen der Spermatogenese üblich (TONUTTI u. Mitarb., 1960). Bei Bullen führten Biopsien zu degenerativen Veränderungen am Keimepithel und sollten daher nur zum Nachweis von Aspermien, Azoospermien und schweren Oligospermien vorgenommen werden (ULLNER, 1956; RABOCH u. ZAHOR, 1961; KRAUSE, 1977), obwohl KRAUSE (1966) bei jungen Bullen nach örtlich begrenzten, traumatischen Eingriffen am Hoden, die keine Infektionen zur Folge hatten, nur unwesentliche Veränderungen in den Ejakulaten beobachten konnte.

IPPENSEN und Mitarbeiter (1972) stellten den Verlauf von Blutgefäßen am Pferdehoden dar, und gaben eine Empfehlung, wie eine Hodenbiopsie bei Hengsten vor-

zunehmen sei. Nach dieser Methode führte BRINKHOFF (1974) an 21 Hengsten Gewebspubenentnahmen mittels Biopsie durch und verglich diese nach der Kastration mit den Gewebsschnitten derselben Hoden histometrisch. Dabei zeigte sich, daß Hengsthoden einerseits bezüglich der Gewebskomponenten weitgehend homogen aufgebaut sind, andererseits keine Unterschiede zwischen den Gewebeanteilen der Biopsieproben und den Hodengewebsschnitten bestehen.

2.5. Histometrische Untersuchungsmethoden

Karyometrie

Schon vor vielen Jahrzehnten wurden histometrische Methoden zur Messung an Zellen herangezogen. Bereits 1925 ermittelte JACOB¹ mit Hilfe eines 2mm Apochromaten (Zeiss) den Durchmesser von Kernen, und 1935 verwendete er für Kernmessungen einen Projektionszeichenapparat (Zeiss).

KARG und KRONTHALER (1960) benutzten für die Messungen der Leydigzellkerne bei Ratten ein Zeichenprisma mit 2500-facher Vergrößerung.

An einem Projektionsaufsatz ermittelten HEIDRICH und Mitarbeiter (1968), ROHLOFF und Mitarbeiter (1971) sowie HILDEBRAND (1971) bei 1600-facher Vergrößerung die Durchmesser der Leydigzellkerne von Eberhoden.

MUSCHKE (1953) und TONUTTI (1954) bestimmten mit einem Schraubenokularmikrometer die Durchmesser von Leydigzellkernen und errechneten aus ihnen die Kernvolumina. Ebenfalls mit einem Schraubenokularmikrometer registrierten STOLLA und LEIDL (1971) die für die Bestimmung der 'spermatogenen Aktivität' erforderlichen Tubulus- und Zellkernmaße.

Mit der gleichen Methode maßen GROTH und CLAUS (1977) die Tubulus- und Leydigzellkerndurchmesser von Eberhoden. Außerdem führten sie mit dem Schraubenokularmikrometer auch Streckenmessungen durch, aus denen dann die prozentualen Flächenanteile des Tubulusapparates bzw. des Interstitiums errechnet wurden.

SCHILLING und JÜCHLE (1969) sowie LOGAR (1969) bestimmten die Leydigzellgrößen in Eberhoden mit Hilfe des Teilchengrößenanalysators (TGZ 3, Zeiss).

ROTH und SMIDT (1970) verwendeten zur Bestimmung der Leydigzellkerngrößen ein Fluoreszenzmikroskop.

Planimetrie

Bereits 1933 entwickelte GLAGOLEFF ein Meßverfahren für Flächenbestimmungen in der Mineralogie, eine Methode, die in den Folgejahren in Amerika modifiziert als Point-Count-Verfahren Anwendung gefunden hatte. Diese Verfahren wurden in Europa kaum bekannt.

HENNIG befaßte sich in den Jahren 1957 und 1958 mit Flächenbestimmungen mittels Streckensummierverfahren und Punktzählmethode und stellte fest, daß das Punktzählverfahren mit dem Integrationsokular I bei gleicher Meßgenauigkeit wegen des geringeren Zeitaufwandes dem Streckensummierverfahren überlegen ist.

In mehreren Arbeiten fand das Integrationsokular dann zur Bestimmung von prozentualen Flächenanteilen an Hodengewebsschnitten Anwendung. (KARG u. KRONTHALER, 1960; STRÜBEL, 1967; ROTH u. SMIDT, 1970; LEIDL u. ZANKL, 1970; STOLLA u. LEIDL, 1971; u.a.).

Als eine weitere Methode zur Flächenbestimmung von Hodengewebsanteilen wurde das Fotografieren von Schnittpräparaten und Wiegen der nach Gewebeatrten zerschnittenen vergrößerten Fotos beschrieben (HEIDRICH u. Mitarb., 1968; ROHLOFF u. Mitarb., 1971; HILDEBRAND, 1971).

Auch PAKENAS (1968) wendete das Fotografiervverfahren an und verglich die Ergebnisse mit einer nach CHALKLEY (1943) modifizierten Punktzählmethode. Die Untersuchung nach beiden Verfahren erbrachte übereinstimmende Resultate.

Die Punktzählmethode von CHALKLEY (1943) fand ebenso weitere Modifikationen in den Arbeiten von KENNELLY und FOOTE (1964), PAUFLER (1968) sowie ELSAESSER und Mitarbeitern (1974).

Die Flächenanteile der Hodengewebskomponenten bei Haus- und Wildschweinen bestimmten ROHLOFF und MÜLLING (1977) mittels eines Point-Counters. Diese vereinfachte Treffermethode, die heute eine gebräuchliche Fleisch- und Wurstuntersuchungstechnik in der Lebensmittelhygiene ist, fand auch in dieser Arbeit Anwendung.

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1. Material und Methode

Die vorliegenden Untersuchungen wurden an den Hoden von 38 in der Klinik für Pferdekrankheiten der Freien Universität Berlin kastrierten, klinisch unauffälligen Hengsten durchgeführt. Diese Hengste verteilten sich auf folgende Rassen:

- 19 Ponies
- 13 Traber
- 4 Warmblüter
- 1 Araber
- 1 Esel

Unmittelbar nach der Kastration wurden die Nebenhoden abpräpariert und beide Hoden gewogen. Aus den zentralen Bereichen der großen Krümmung wurde jeweils ein senkrecht zur Tunica albuginea stehender Zylinder mit etwa $1 \times 2 \text{ cm}^2$ Basisfläche aus den Hoden entnommen, in Bouinsche Lösung verbracht und nach Fixierung der Gewebestücke mit der von ROMEIS (1968) beschriebenen Methode über die Methylbenzoat-Benzol-Reihe in Paraffin eingebettet.

Aus jedem Gewebeblock wurden fünf etwa 7μ dicke Schnitte aus ca. 70μ entfernten Ebenen entnommen und mit Haemalaun-Eosin gefärbt.

Zur Auswertung kamen auf diese Weise 420 Schnittpräparate.

Die planimetrischen Untersuchungen an den Hodengewebschnitten erfolgten mit einem von PRÄNDL (1961) und WEGENER (1962) beschriebenen Point-Count-Verfahren unter Verwendung eines mit einem Fadenkreuzokular ausgestatteten Zeiss-Mikroskops bei 320-facher Vergrößerung.

Für jeden Hoden wurden 1000 Treffer registriert, dies entsprach 200 Treffern je Gewebsschnitt. Die Treffer wurden nach folgenden Hodengewebsanteilen differenziert:

Tubuli seminiferi contorti
Leydigzellapparat
Bindegewebe

Dem 'Bindegewebe' wurden alle Strukturen, mit Ausnahme der Leydigzellen zugerechnet. Zur Registrierung der Treffer stand ein Tastenzählgerät zur Verfügung.

Mit einem Schraubenokularmikrometer wurden pro Hodenschnitt die Durchmesser von je 10 kreisrunden Tubuli contorti bei 540-facher Vergrößerung und die Durchmesser von je 100 Leydigzellkernen bei 1200-facher Vergrößerung bestimmt. Die Voraussetzung für die Auswahl der Tubuli war eine deutliche Lumenbildung und für die der Leydigzellen galt: Eindeutig adulte Form mit deutlicher Kern- und Zellmembran sowie scholligem Zytoplasma und deutlichem Nucleolus.

Aus den Treffern wurden die prozentualen Flächenanteile und aus den Tubulus- und Leydigzellkerndurchmessern das jeweilige arithmetische Mittel errechnet.

Die statistische Absicherung der Ergebnisse erfolgte durch die Berechnung der Spearman'schen Rangkorrelationskoeffizienten.

3.2. Untersuchungsergebnisse

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind für jeden Hengst, nach Rassen und Altersgruppen getrennt, in den Tabellen 1 - 3 in Form ihrer Mittelwerte dargestellt. Die Resultate für die Gruppe der 'anderen Rassen' (Warmblüter, Araber, Esel) sind in der Tabelle 3 und in den Grafiken mitaufgeführt, ohne daß auf sie wegen der geringen Tierzahl näher eingegangen wird.

In den Abbildungen 1 - 5 sind die Mittelwerte der planimetrisch ermittelten Flächenanteile sowie der Tubulus- und Leydigzellkerndurchmesser den mittleren Hodengewichten gegenübergestellt.

Um diese Abhängigkeiten zu unterstreichen, wurden aus den Einzelwerten, nach Rassen getrennt, die Spearman'schen Rangkorrelationskoeffizienten errechnet (Ponies = r_p ; Traber = r_t).

Die in den Abbildungen 1 - 5 mit $\boxtimes$ gekennzeichneten vier einjährigen Traber wurden bei der Berechnung der Rangkorrelationskoeffizienten unberücksichtigt gelassen, weil es sich bei diesen Tieren, aus ihren geringen Hodengewichten zu schließen, um sehr junge Hengste handelte, die mit den übrigen Tieren ihrer Altersgruppe nicht vergleichbar waren.

Abhängigkeiten vom Alter der Hengste

Bei der Gruppe der Traber war die Zunahme der Hodengewichte deutlich altersabhängig (Tab. 2). Bei den einjährigen Hengsten betrug das mittlere Hodengewicht maximal 89 g, bei den dreijährigen Tieren bewegten sich die Hodengewichte zwischen 150 und 200 g, das größte Hodengewicht wurde bei einem fünfjährigen Hengst mit 373 g gemessen.

Dagegen waren in der Gruppe der Ponies Zusammenhänge zwischen dem Alter und dem Hodengewicht nicht erkenn-

Alter	Hodenge- wicht (g)	Flächenanteile (%)		Bindegew.		Tubulus- durchm. (μ)	Leyd.z.k.- durchm. (μ)
1	96.5	67.9	7.6	24.5		181.0	8.1
	133.5	68.9	17.1	14.0		179.6	7.4
	93.0	73.4	8.7	17.9		184.7	7.2
2	69.8	76.7	6.5	16.8		180.0	6.9
	47.0	66.2	11.9	21.9		179.3	8.1
	57.5	75.9	12.0	12.1		174.0	7.6
	59.0	71.4	3.7	24.9		151.9	6.8
	69.0	77.3	8.8	13.9		177.2	7.7
	64.5	73.7	12.8	13.5		203.2	7.9
	27.0	77.8	10.9	11.3		160.0	8.4
3	85.1	75.8	6.0	18.2		187.0	7.6
	30.8	81.6	5.3	13.1		176.7	7.8
	71.0	69.2	15.2	15.6		176.2	8.2
4	136.5	64.2	19.1	16.7		192.5	8.4
	52.5	74.5	8.8	16.7		210.4	8.2
	167.5	67.8	18.2	14.0		203.3	8.4
5	105.5	71.9	19.1	9.0		193.4	8.1
	113.0	70.8	17.9	11.3		188.1	8.5
	52.3	79.7	10.1	10.2		205.8	6.8

Tab. 1: Mittelwerte der untersuchten Hodenmerkmale für die Gruppe der Ponies

Alter	Hodenge- wicht (g)	Flächenanteile (%)		Bindegew.		Tubulus- durchm. (μ)	Leyd.z.k.k.- durchm. (μ)
1	5.2	43.3	9.5	47.2	54.2	6.6	
	5.6	37.9	22.6	39.5	49.1	7.4	
	21.5	52.4	11.0	36.6	78.3	6.5	
	16.5	54.4	10.8	34.8	92.4	6.5	
	49.0	70.1	2.3	27.6	132.5	7.4	
	89.0	71.0	2.5	26.4	130.2	7.3	
2	141.0	68.2	14.8	17.0	174.2	8.6	
	104.5	69.3	10.4	20.3	147.6	7.7	
3	156.3	72.5	9.1	18.4	174.3	6.9	
	159.0	66.1	19.6	14.3	164.5	7.6	
	203.5	65.2	19.7	15.1	171.6	7.8	
5	145.5	67.6	19.2	13.2	208.6	8.5	
	373.5	69.5	19.0	11.5	180.8	8.3	

Tab. 2: Mittelwerte der untersuchten Hodenmerkmale für die Gruppe der Traber

Alter	Hodenge- wicht (g)	Flächenanteile (%) Tubulusapp. Leyd.z.App. Bindegew.		Tubulus- durchm. (μ)	Leyd.z.k.- durchm. (μ)
W a r m b l ü t e r					
1	247.5 21.5	68.9 47.0	9.0 10.7	22.1 42.3	173.2 99.3
3	136.5	69.3	11.3	19.4	155.0
6	219.0	61.2	23.7	15.1	180.9
A r a b e r					
6	196.0	69.3	15.2	17.5	176.6
E s e l					
4	98.5	77.0	7.4	15.6	227.7
					7.4

Tab. 3: Mittelwerte der untersuchten Hodenmerkmale für die Gruppe der "anderen Rassen"

bar (Tab. 1), bereits einjährige Ponies wiesen Hodengewichte zwischen 90 und 130 g auf - Gewichte, die von den untersuchten fünfjährigen Hengsten nicht mehr übertroffen wurden.

Ähnliche Abhängigkeiten konnten bei den Tubulusdurchmessern beobachtet werden. Bei den einjährigen Travern bewegten sich die Tubulusdurchmesser zwischen 50 und 130 μ , bei den dreijährigen Hengsten um 170 μ und bei den fünfjährigen Travern lagen sie bei 180 und 208 μ (Tab. 2).

Bei den Ponies hatten bereits einjährige Tiere Tubulusdurchmesser von über 180 μ , die sich bei fünfjährigen Hengsten nur noch unwesentlich auf 190 bis 200 μ vergrößerten (Tab. 1).

Bei den planimetrisch ermittelten Hodenmerkmalen waren nur bei der Gruppe der Traver Altersabhängigkeiten erkennbar (Tab. 2). Während die Flächen des Tubulusapparates und die des Bindegewebes mit dem Alter abnahmen, wurde der Anteil des Leydigzellapparates an der Gesamtfläche des Hodengewebes größer, obwohl einige Tiere, die auch ein sehr geringes Hodengewicht aufwiesen, dieser Beobachtung widersprachen. Es handelt sich hierbei um die Tiere, die auch bei der Berechnung der Rangkorrelationskoeffizienten unberücksichtigt geblieben waren.

Abhängigkeiten vom Hodengewicht

Bei Betrachtung der Abhängigkeiten der histometrisch ermittelten Hodenmerkmale von den Hodengewichten war zu erkennen, daß auch mit zunehmendem Hodengewicht sowohl bei den Travern als auch bei den Ponies eine Abnahme der Tubulusfläche erfolgte (Abb. 1). Der Rangkorrelationskoeffizient betrug für die Traver $r_t = -0.44$ und für die Ponies $r_p = -0.66$.

Der prozentuale Anteil des Leydigzellapparates dagegen vergrößerte sich bei beiden 'Rassen' mit zunehmendem Hodengewicht, wie auch aus Abbildung 2 zu erkennen ist ($r_t=0.78$; $r_p=0.58$).

Bei den Flächenanteilen des Bindegewebes (Abb. 3) zeigte sich für die Traber eine weit deutlichere Abhängigkeit ($r_t=-0.98$) als bei den Ponies, für die der Rangkorrelationskoeffizient $r_p=0.14$ betrug.

Auch die Tubulusdurchmesser (Abb. 4) hatten bei den Trabern eine engere Beziehung zu den Hodengewichten ($r_t=0.65$) als bei den Ponies ($r_p=0.38$). Ihre Zunahme war bei den Trabern ausgeprägter als bei der Gruppe der Kleinpferde.

Bei Betrachtung der Abhängigkeiten der Leydigzellkern-durchmesser von dem Gewicht der Hoden (Abb. 5) ist zu erkennen, daß die Werte für beide 'Rassen' eine sehr gro-se Streuung aufweisen. Die Durchmesser der Leydigzellkerne nahmen mit steigendem Hodengewicht für beide Rassen nur geringfügig zu ($r_t=0.3$; $r_p=0.26$).

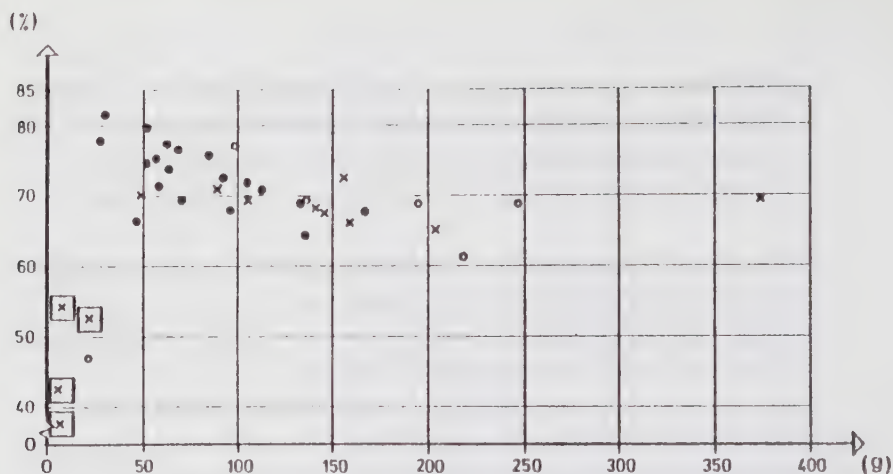


Abb. 1: Abhängigkeiten der prozentualen Tubulusfläche vom mittleren Hodengewicht

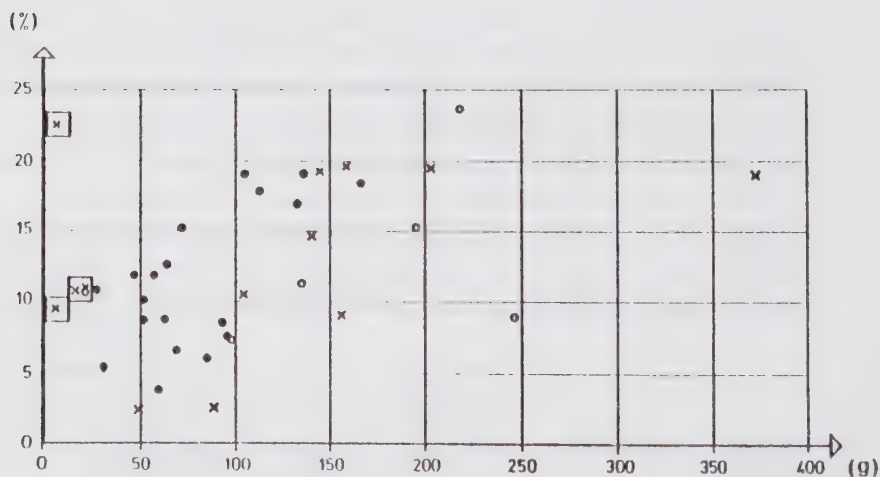


Abb. 2: Abhängigkeiten der prozentualen Leydigzellfläche vom mittleren Hodengewicht

Zeichenerklärung: ● = Ponies
 X = Traber
 ○ = "andere Rassen"
 ☒ = Traber, bei der Berechnung von r_t unberücksichtigt gelassen

(%)

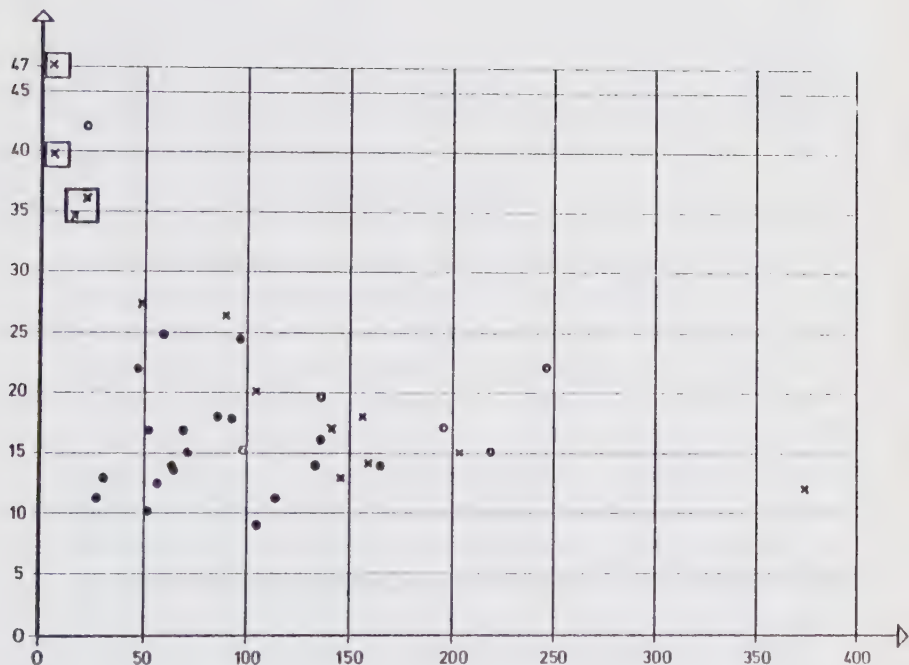


Abb. 3: Abhängigkeiten der prozentualen Bindegewebsfläche vom mittleren Hodengewicht

Zeichenerklärung: s. S. 26

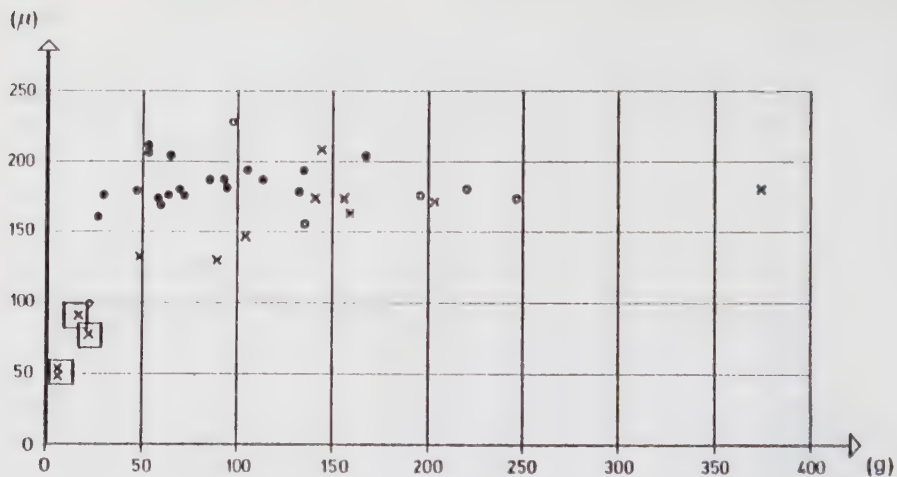


Abb. 4: Abhängigkeiten der Tubulusdurchmesser vom mittleren Hodengewicht

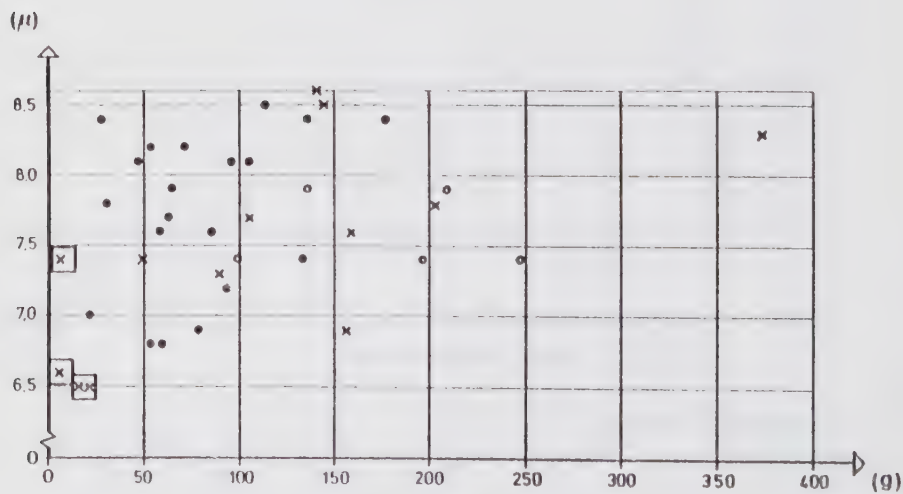


Abb. 5: Abhängigkeiten der Leydigzellkerndurchmesser vom mittleren Hodengewicht

Zeichenerklärung: s. S. 26

4. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die Hoden, die im Rahmen dieser Arbeit untersucht worden sind, stammten von klinisch unauffälligen Hengsten, die innerhalb eines gewissen Zeitraumes in der Klinik für Pferdekrankheiten der Freien Universität Berlin zur Kastration eingestellt worden waren. Die Tiere konnten also für den Zweck dieser Untersuchungen weder auf Rasse noch auf Alter selektiert werden, wie es verschiedenen Autoren für andere Spezies möglich war.

Dementsprechend kann nur die Gruppe der Traber als nahezu homogen angesehen werden, da sie unter vergleichbaren Bedingungen aufgezogen, gehalten und gefüttert worden sind. In der Gruppe der Ponies dagegen wurden alle Kleinpferde unterschiedlichster Rassen zusammengefaßt. Angaben über Abstammung, Haltung, Fütterung und bisheriger Verwendungszweck waren bei diesen Tieren zum Teil nicht zu erfahren. Da das exakte Geburtsdatum einiger Tiere unbekannt war, konnten die Hengste nur in Jahrgangsgruppen zusammengefaßt werden. Dies hatte zur Folge, daß durch die willkürliche Altersfestsetzung bei Pferden besonders die einjährigen Hengste erhebliche Unterschiede in der Entwicklung ihres Genitalapparates aufwiesen.

Aufgrund des oben gesagten und aufgrund der relativen Kleinheit des untersuchten Tiermaterials können daher auch keine gesicherten, allgemeingültigen Aussagen über die Morphokinese von Hengsthoden und ihrer Merkmale gemacht werden. Dennoch sind aus den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchungen Abhängigkeiten bestimmter Hodenmerkmale vom Alter der Tiere und vom Hodengewicht erkannt worden, die einen Einblick in die Hodenentwicklung bei Hengsten gestatten.

In der zugänglichen Literatur sind bisher nur wenige Angaben über histometrische Untersuchungen an Hengst-hoden zu finden. Ein Vergleich der eigenen Untersuchungsergebnisse mit den in der Literatur gemachten Angaben ist daher nicht oder nur bedingt möglich. BRINGEWATT (1975) hatte sich mit der Histometrie am fetalen Hoden befaßt, BRINKHOFF (1974) hatte untersucht, inwieweit Hodenbiopsien sich hinsichtlich bestimmter Hodenmerkmale mit Hodengewebschnitten derselben Tiere vergleichen lassen. KARG und KRONTHALER (1960) hatten im Rahmen ihrer Messungen am hormonproduzierenden Interstitialgewebe kryptorchider Tiere nur vier Hengste im Alter von 2 bis 6 Jahren untersucht, und lediglich EL WISHY (1974) untersuchte die Altersabhängigkeit der Hodengewichte bei Equiden in nicht vergleichbaren Altersgruppen.

Bei Betrachtung der eigenen Untersuchungsergebnisse kann gesagt werden, daß auch beim Hengst, wie bereits für andere Spezies beschrieben, bestimmte Hodenmerkmale Abhängigkeiten vom Alter und vom Hodengewicht zeigen.

Mit zunehmendem Alter konnte sowohl eine Vergrößerung der Hodengewichte als auch eine Zunahme der Tubulus- und Leydigzellkerndurchmesser beobachtet werden.

Der prozentuale Anteil der Tubulusfläche nahm sowohl mit dem Alter als auch mit dem Hodengewicht ab, die Fläche des Leydigzellapparates vergrößerte sich dagegen mit dem Alter und mit steigendem Hodengewicht.

Diese Altersabhängigkeiten waren für die Gruppe der Traber eindeutig. Bei den Ponies waren die Altersabhängigkeiten der untersuchten Hodenmerkmale aus den oben genannten Gründen sehr unübersichtlich. Erst mit

Hilfe der Rangkorrelationskoeffizienten wurden Abhängigkeiten aller histometrischen Hodenmerkmale von den Hodengewichten erkennbar, mit Ausnahme des Bindegewebsanteils.

Zieht man die Tubulusdurchmesser zur Betrachtung der spermatogenetischen Leistung heran (SCHUCHARDT, 1960), so läßt sich beim Vergleich der beiden 'Rassengruppen' erkennen, daß die Kleinpferde früher geschlechtsreif zu werden scheinen, da alle einjährigen Ponies bereits Tubulusdurchmesser von 180 μ und mehr aufwiesen, im Gegensatz zu den Trabern, bei denen Tubulusdurchmesser von 170 μ erst im dritten Jahr vorhanden waren.

Die Durchmesser der Leydigzellkerne waren bei den einjährigen Ponies bereits mit denen älterer Tiere vergleichbar, während sie bei den Trabern mit dem Alter noch zunahmen. Daraus läßt sich vermuten, daß Kleinpferde auch endokrin früher reifen als Traber.

Mit dem in dieser Arbeit angewendeten Point-Count-Verfahren hatten ROHLOFF und MÜLLING (1977) in Untersuchungen an Eberhoden nachgewiesen, daß die mit dieser Methode erzielten Ergebnisse reproduzierbar und mit den Untersuchungsergebnissen anderer Autoren vergleichbar sind. Daher kann diese Methode zur Bestimmung von histologischen Hodenmerkmalen als brauchbar angesehen werden.

ZUSAMMENFASSUNG

An den Hoden von 38 klinisch unauffälligen Hengsten, die zur Kastration in die Klinik für Pferdekrankheiten der Freien Universität Berlin eingestellt worden waren, wurden Altersabhängigkeiten folgender Hodenmerkmale untersucht:

Hodengewicht

prozentuale Flächenanteile von

- Tubulusapparat
- Leydigzellapparat
- Bindegewebe

Tubulusdurchmesser

Leydigzellkerndurchmesser

Das unselektierte Tiermaterial wurde in zwei 'Rassen-
gruppen', Traber und Ponies, unterteilt. Die Ergebnisse ließen folgende Abhängigkeiten erkennen:

1. Mit zunehmendem Alter vergrößerten sich die Hodengewichte und Tubulusdurchmesser sowie Flächenanteile des Leydigzellapparates, die Flächenanteile des Tubulusapparates nahmen ab.
2. Mit steigendem Hodengewicht sank der Anteil der Tubulusfläche ($r_t = -0.44$; $r_p = -0.66$), der Leydigzellanteil dagegen nahm zu ($r_t = 0.78$; $r_p = 0.58$).
Ebenso vergrößerten sich mit zunehmendem Hodengewicht die Durchmesser der Tubuli semini-
feri contorti ($r_t = 0.65$; $r_p = 0.38$) und die der Leydigzellkerne ($r_t = 0.3$; $r_p = 0.26$).
3. Ponies scheinen aufgrund der vorliegenden Ergebnisse die Geschlechtsreife früher zu erreichen als Traber.

SUMMARY

Thirty-eight clinically unappearent stallions were castrated in the clinic for horses of the Freie Universität Berlin. Studies of the testes were carried out, and special emphasis was laid on:

testes weight

volumetric proportions of:

- tubular tissue
- Leydig cell tissue
- interstitial tissue

diameter of the tubules

diameter of the Leydig cell nuclei

The unselected material was collected from two groups of horses: trotters and ponies. Following results became evident:

1. With advancing age there was an increase of testes weight, tubular diameter and volume proportions of the Leydig cell tissue, there was a decrease of the proportion of the tubular tissue.
2. The rise in testes weight corresponded to the decrease of the volumetric percentage of the tubular tissue ($r_t = -0.44$; $r_p = -0.66$) and to the increase of the Leydig cell tissue ($r_t = 0.78$; $r_p = 0.58$).

There was also an increase of diameter of the tubuli seminiferi contorti ($r_t = 0.65$; $r_p = 0.38$) and of the Leydig cell nuclei ($r_t = 0.3$; $r_p = 0.26$).

3. According to our results, it seems that ponies reach sexual maturity earlier than trotters.

6. LITERATURVERZEICHNIS

- AMANN, R.P.
(1960) Quantitative testicular histology and theoretical sperm production of Holstein bulls
J.Dairy Sci. 43, 803
- AMANN, R.P.,
ALMQUIST, J.O.
(1962) Reproductive capacity of dairy bulls VIII: Direct and indirect measurement of testicular sperm production
J.Dairy Sci. 45, 774-781
- BAILLIE, H.A.
(1961) Observations on the growth and histochemistry of the Leydig tissue in the postnatal prepuberal mouse testis
J.Anat. 95, 357-370
- BENNINGHOFF, F.
(1950) Funktionelle Kernschwellung und Kernschrumpfung
Anat.Nachr. 1, 50-57
- BRINGEWATT, W.
(1975) Histometrische Untersuchungen am Pferdehoden - der Einfluß durch den individuellen Meßfehler, durch die Fixation und während der pränatalen Entwicklung -
Vet.med.Diss., Hannover
- BRINKHOFF, D.
(1974) Hodenbiopsie beim Pferd. Untersuchungen zur Entnahme und Auswertung von aussagefähigem Organmaterial
Vet.med.Diss., Hannover
- CHALKLEY, H.W.
(1943) Method of quantitative morphologic analysis of tissues
J.Nat.Cancer Inst. 4, 47-53
- CLAUSSEN, C.,
ZIEGER, M.,
SCHINKE, E.
(1972) Die Beeinflussung der Hodenfunktion des Ebers durch Chlormadinonazetat
Arch.exp.Vet. med. 26, 981-988
- DORST, J.,
SAJONSKI, H.
(1974 a) Morphometrische Untersuchungen am Tubulussystem des Schweinehodens während der postnatalen Entwicklung
Mh.Vet.Med. 29, 650-652

- DORST, J.,
SAJONSKI, H.
(1974 b) Zur Quantität der Gewebskomponenten des
Schweinehodens während der postnatalen
Entwicklung
Mh.Vet.Med. 29, 904-906
- ELSAESSER, F.,
PAUFLE, S.,
KÜNIG, A.,
SMIDT, D.
(1974) Die Stadienfrequenz des Keimzyklus und
der volumetrische Anteil verschiedener
Zellelemente des Hodengewebes bei Ebern
der Deutschen Landrasse und des Göttinger
Miniaturschweines
Z.Tierzuchtg.Züchtungsbiol. 90, 322-334
- EL WISHY, A.B.
(1974) Testicular and epididymal sperm reserves
in the ass (*Equus asinus*) and stallion
(*Equus caballus*)
Z.Tierzuchtg.Züchtungsbiol. 91, 334-344
- FLEISCHMANN, A.
(1958) Zur Frage eines "rebound-Phänomens" der
Leydigischen Zwischenzellen nach Zufuhr
von Östrogenen und Androgenen
Vet.med.Diss., Gießen
- FOSSLAND, R.C.,
SCHULTZE, A.B.
(1961) A histological study of the postnatal
development of the bovine testis
Research Bull. Univ. of Nebraska
Agric.Exper.Station 199, 3-16
- GALINA, C.S.
(1972) Histological and electron microscopical
comparison between the immature equine,
bovine, porcine and ovine testicles
Intern.Kongr.tier.Fortpfl.Haustierbes.
München, Kongr.-Ber. 7, 474-479
- GEBAUER, M.R.,
PICKETT, B.W.,
VOSS, J.L.,
SWIERSTRA, E.E.
(1974) Reproductive Physiology of the Stallion
Daily Sperm Output and Testicular
Measurements
J.Amer.Vet.Med.Ass. 165, 711-713
- GLAGOLEFF, A.A.
(1933) On the geometrical methods of quantitative
mineralogical analysis of rocks
zit. nach HENNIG, A. (1957)

GREGOIRE, A.T.,
BRATTON, R.W.,
FOOTE, R.H.
(1958)

Rabbit sperm output and fertility of rabbits ejaculated either once a week or once a day for forty-three weeks
J.Anim.Sci. 17, 243-248

GROTH, W.,
CLAUS, R.
(1977)

Beziehungen zwischen den Konzentrationen von Testosteron und dem Ebergeruchsstoff 5α -Androst-16-en-3-on im Blut bzw. Fettgewebe und histometrischen Befunden im Hoden vom Schwein
Zbl.Vet.Med.A 24, 103-121

HAFS, H.D.,
HOYT, R.S.,
BRATTON, R.W.
(1958)

Effects of daily ejaculation on sperm output, fertility and libido of dairy bulls
J.Dairy Sci. 41, 734

HAHN, J.,
FOOTE, R.H.,
SEIDEL, G.E.
(1969)

Testicular growth and related sperm output in dairy bulls
J.Anim.Sci. 29, 41-47

HATAKEYAMA, S.
(1965)

A study on the interstitial cells of the human testis especially on their fine-structural pathology
Acta path.Jap. 15, 155-163

HENNIG, A.
(1957)

Das Problem der Kernmessung.
Eine Zusammenfassung und Erweiterung der mikroskopischen Meßtechnik
Mikroskopie 12, 174-202

HENNIG, A.
(1958)

Kritische Betrachtungen zur Volumen- und Oberflächenmessungen in der Mikroskopie
Zeiss-Werkzeitschr. 6, 78-89

HEIDRICH, H.J.,
ROHLOFF, D.,
JAKUBOWSKI, H.
(1968)

Orientierende histometrische Untersuchungen am Hoden von Ebern verschiedenen Alters und Gewicht
Zuchthygiene 3, 79-83

HILDEBRAND, M.
(1971)

Ein Beitrag zur histometrischen Untersuchung am Eberhoden
Vet.med.Diss., Berlin

- HOOKER, C.W.
(1944) The postnatal history and function of the interstitial cells of the testis of the bull
Amer.J.Anat. 74, 1-37
- HOOKER, C.W.
(1948) The biology of the interstitial cells of the testis
Recent Prog.Hormone Res. 3, 173-195
- HOHLWEG, W.,
JUNKMANN, K.
(1932) Die hormonal-nervöse Regulierung der Funktion des Hypophysenvorderlappens
Klin.Wschr. 11, 321-323
- HUMPHREY, J.D.,
LADDS, P.W.
(1975) A quantitative histological study of changes in the bovine testis and epididymis associated with age
Res.Vet.Sci. 19, 135-141
- ITTRICH, G.
(1958) Eine neue Methode zur chemischen Bestimmung der Östrogenen Hormone im Harn
Hoppe-Seyler's Z.physiol.Chem. 312, 1-1
- ITTRICH, G.,
BUSCH, W.
(1967) Untersuchungen über die testikuläre Hormonproduktion des Ebers
Fortpfl.Haust. 3, 147-152
- IPPENSEN, E.,
KLUG-SIMON, Ch.,
KLUG, E.
(1972) Der Verlauf der Blutgefäße vom Hoden des Pferdes im Hinblick auf eine Biopsiemöglichkeit
Zuchthygiene 7, 35-45
- JACOBJ, W.
(1925) Über das rhythmische Wachstum der Zellen durch Verdopplung ihres Volumens
Arch.Entw.mechan.Organ. 106, 124-130
- JACOBJ, W.
(1935) Die Zellkerngröße beim Menschen. Ein Beitrag zur quantitativen Cytologie
Zschr.mikrosk.-anat.Forsch. 38, 161-240
- KARG, H.,
KRONTHALER, O.
(1960) Histometrische Untersuchungen am hormonproduzierenden Interstitialgewebe von Hoden kryptorchider Tiere
Zbl.Vet.Med. 7, 595-604

- KARG, H.,
PLATE, P.
(1963) Zur Systematik der Kryptorchiden in
endokrinologischer Sicht
Berl.Münch.tierärztl.Wschr. 76, 285-289
- KARG, H.,
SCHAMS, D.
(1969) Radioimmunologische Bestimmung der
Hypophysenhormone ICSH und Prolaktin
im Blut männlicher Rinder
Berl.Münch.tierärztl.Wschr. 82, 471-473
- KENNELLY, J.J.,
FOOTE, R.H.
(1964) Sampling boar testes to study spermatogenesis quantitatively and to predict sperm production
J.Anim.Sci. 23, 160-167
- KRAUSE, D.
(1966) Untersuchungen am Bullensperma unter
Berücksichtigung der fertilitätsdiagnostischen Bedeutung der Befunde
Vet.med.Habil.-Schr., Hannover
- KRAUSE, D.
(1977) Männlicher Geschlechtsapparat
In: Rosenberger: Die klinische Untersuchung des Rindes
Parey-Verlag, Berlin-Hamburg
- KRÖLLING, O.,
GRAU, H.
(1960) Lehrbuch der Histologie und vergleichenden Anatomie der Haustiere, 10.Aufl.
Parey-Verlag, Berlin-Hamburg
- LAIBLIN, Ch.,
ROHLOFF, D.,
HEIDRICH, S.
(1978) Untersuchungen zur spermatogenetischen Leistung von Beagle-Rüden
Berl.Münch.tierärztl.Wschr. 91, 9-11
- LEIDL, W.
(1963) Steuerung der männlichen Sexualfunktion
In: Schaetz: Die künstliche Besamung bei den Haustieren
Fischer-Verlag, Jena
- LEIDL, W.,
ZANKL, H.
(1970) Die Wirkung eines Depotgestagens (Chlormadinon) auf die Hodenentwicklung beim Zwergschwein
Berl.Münch.tierärztl.Wschr. 83, 234-236

- LOGAR, F.
(1969) Die Geschlechtsentwicklung beim Eber und Versuche einer normalen Hemmung der Hodenfunktion
Vet.med.Diss., Hannover
- MOHE, W.
(1972) Eine Möglichkeit zur objektiven Bestimmung der Hodengröße beim Hengst
Vet.,med.Diss., Hannover
- MUSCHKE, H.E.
(1953) Histometrische Untersuchungen am Rattenhoden nach Hypophysektomie und nach Choiongonadotropinzufuhr
Endokrinologie 30, 281-294
- ORTAVANT, R.
(1958) Le cycle spermatogéné chez le bœlier
Vet.med.Diss., Paris
- PAKENAS, P.I.
(1968) Bestimmung des prozentualen Verhältnisses der Tubuli seminiferi und des Interstitialgewebes in Hoden (russ.)
Archiv.anatomii.histol.embriol. (Leningrad) 55, 110-113
- PAUFLER, S.
(1968) Qualitative und quaitative Untersuchungen der Spermiogenese des Kaninchens mit besonderer Berücksichtigung der histologischen Beurteilungsmethoden und der Spermatozoen-Verluste im Hoden und Nebenhoden
Landw.Habil.-Schr., Göttingen
- PODANY, J.
(1966) Testikularbiometrie - ein wichtiger Faktor bei der Auswahl der männlichen Zuchttiere
Fortpfl.Haust. 2, 209-229
- POLLOCK, W.F.
(1942) Histochemical studies of the interstitial cells of the testis
Anat.Rec. 84, 23-27
- PRÄNDL, O.
(1961) Die histologische Analyse von Wurstwaren
Grundlagen für die quantitative Auswertung histologischer Präparate
Vet.,med.Habil.-Schr., München

- RABOCH, J.,
ZAHOR, Z.
(1961) Indications of testicular biopsy in
sterile men
J.Reprod.Fert. 2, 290-294
- ROHLOFF, D.
(1973) Ein Beitrag zur Beurteilung der täglich-
chen Spermienproduktion bei Ebern der
Deutschen Landrasse
Zuchthygiene 8, 72-75
- ROHLOFF, D.,
JAKUBOWSKI, H.,
KIRSCHFELD, H.
(1971) Über den Einfluß von Chlormadinon, Nor-
testosteronönanthrat und Cyproteron-
acetat auf histologische Hodenmerkmale
beim Eber
Berl.Münc.h.tierärztl.Wschr. 84, 343-347
- ROHLOFF, D.,
MÜLLING, M.
(1977) Vergleichende Untersuchungen zur Hoden-
entwicklung bei Haus- und Wildschweinen
Tagung Physiologie u. Pathologie d.
Fortpflanzg. d. Haust., Berlin 17./18.2.77
- ROMEIS, B.
(1968) Mikroskopische Technik, 16. Aufl.
Oldenbourg-Verlag, München-Wien
- ROTH, E.,
SMIDT, D.
(1970) Untersuchungen zur Keimdrüsenentwicklung
bei männlichen Veredelten Landschweinen
Züchtungskunde 42, 144-160
- SCHILLING, E.,
JÜCHLE, W.
(1969) Die Wirkung verschiedener Gestagene auf
die Keimdrüse von jungen Ebern
Z.Tierzüchtg. 85, 370
- SCHUCHARDT, E.
(1960) Die Struktur des Hodens und die Regulation
seiner Funktion
Regensb.Jb.ärztl.Fortb. 8, 69-82
- SWIERSTRA, E.E.
(1968) Cytology and duration of the cycle of
the seminiferous epithelium of the boar;
duration of spermatozoon transit through
the epididymis
Anat.Record. 161, 171-186
- STOLLA, R.,
LEIDL, W.
(1971) Quantitative, histologische Untersuchun-
gen des Hodenwachstums bei Bullen nach
der Pubertät
Zbl.Vet.Med.A 18, 563-674

- STRÜBEL, H.
(1967) Histometrische Untersuchungen am Hoden-
 interstitium von Stieren mit Störungen
 der Spermatogenese und der Libido
 Vet.med.Diss., München
- TÖNHARDT, H.,
DORST, J.,
SCHÖLKE, B.,
SAJONSKI, H.
(1976) Untersuchungen zur endokrinen und sper-
 miogenen Hodenfunktion
 8. Mitteilung: Zu Beziehungen zwischen
 Hoden- und Plasmatestosteron-gehalt sowie
 Anteil der Leydig-Zellen am Hodengewebe
 und deren Zellkernvolumen bei Ebern ver-
 schiedenen Alters
 Arch.exp.Vet.med. 5, 733-738
- TONUTTI, E.
(1954) Zur Morphokinese sekretorisch tätiger Ge-
 webe (Leydigzelle und Nebennierenrinden-
 zelle)
 Verh.Anat.Ges., Münster 52, 125-141
- TONUTTI, E.,
WELLER, O.,
SCHUCHARDT, E.,
HEINKE, E.
(1960) Die männliche Keimdrüse - Struktur, Funk-
 tion, Klinik. Grundzüge der Andrologie
 Thieme-Verlag, Stuttgart
- ULLNER, W.
(1956) Die Hodenbiopsie in der Fertilitätsdiagno-
 stik und ihre Technik
 Berl.Münc.h.tierärztl.Wschr. 69, 201-205
- VOGLMAYR, J.K.,
WAITES, G.,
SETCHELL, S.
(1966) Studies of spermatozoa and fluid collected
 directly from the testis of the conscious
 ram
 Nature 210, 861-863
- WEGENER, J.
(1962) Histometrische Kollagenbestimmungen an
 West-Berliner Rohwürsten
 Vet.med.Diss., Berlin
- ZIETZSCHMANN, O.,
KRÖLLING, O.
(1955) Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte der
 Haustiere, 2.Aufl.
 Parey-Verlag, Berlin-Hamburg

Lebenslauf

Name: J a c o b, geb. Maßmann

Vorname: Linde

geboren: 21. März 1949 in Jever

Vater: Hanns-Ferdinand Maßmann

Mutter: Ursula Maßmann, geb. Ramm

beruflicher Werdegang: Abitur im Frühjahr 1969 am
Kurt-Schumacher-Gymnasium,
Bremen
Ab Herbst 1970 Studium der
Veterinärmedizin an der
Justus-Liebig-Universität,
Gießen, dort tierärztliche
Vorprüfung im Herbst 1972.
Ab Herbst 1972 Studium der
klinischen Semester an der
Freien Universität Berlin
Tierärztliche Prüfung 28.11.75
Approbation am 9.12.1975

Herrn Prof. Dr. D. Rohloff danke ich für die Überlassung des Themas und die mir jederzeit gewährte Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit.

Herrn Prof. Dr. H. Weiß, Fachrichtung Biometrie am Fachbereich Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin, sowie Herrn Dr. U.-E. Pfeleiderer, Institut für Tierzucht und Tierverhalten, FAL Mariensee, Arbeitsgruppe Haustiergenetik und Biometrie, Göttingen, danke ich für die Hilfe bei der statistischen Auswertung der Untersuchungsergebnisse.

Herrn Prof. Dr. J. Unshelm danke ich für die mir gebotene Möglichkeit, die histometrischen Untersuchungen im Institut für Tierzucht und Tierverhalten, FAL Trenthorst - Wulmenau, durchführen zu können.

Außerdem gilt mein Dank den Mitarbeiterinnen der Veterinär-Histologie für die Einführung in die Anfertigung von histologischen Schnitten.

